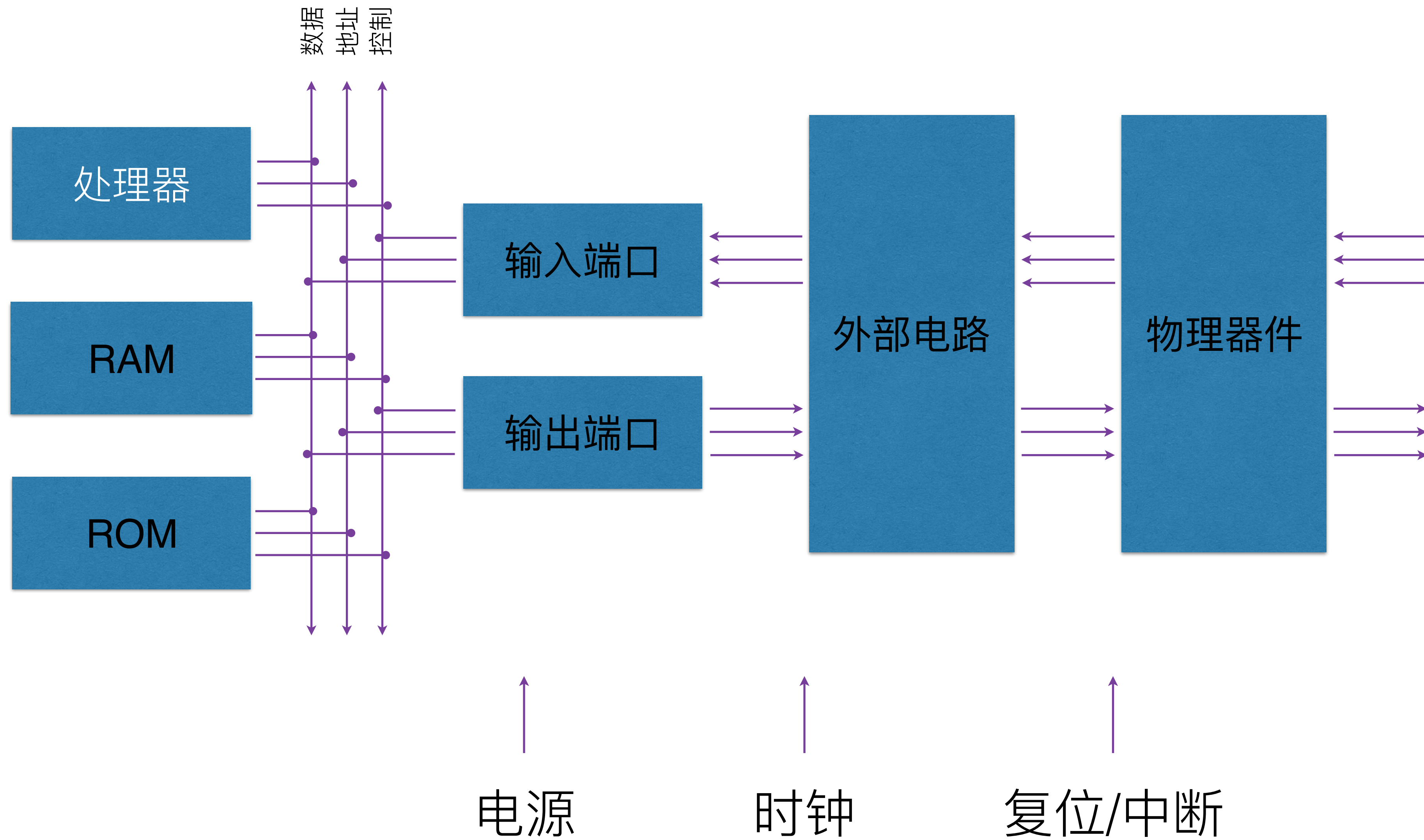


# 器件的数字接口简述

- 硬禾实战营

# 嵌入式系统基本结构



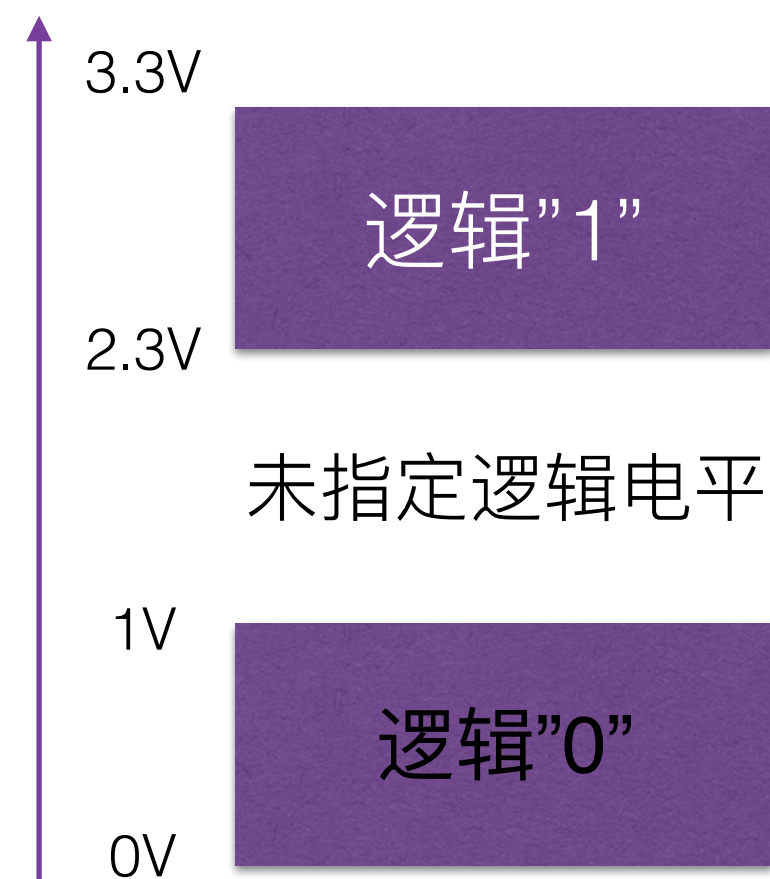
# 外设接口

- 可以单独使用的GPIO/PWM
- 并行接口
- 串行接口
- 模拟接口

# 数字接口

## 输入

- 状态监测
- 开关 - 上拉、下拉
- 光敏传感器



## 输出

- 输出内阻 - 数据手册
- GPIO
- 可编程阻抗
- 驱动LED:
  - 前向电压  $\sim 1.8V$
  - 电流
- 驱动大的直流负载:
  - 阻性负载 - 采用三极管、MOSFET
  - 感性负载 - 需要续流二极管

# 并行：串行？

- 并行通信 — 太多的连线，占用太多管脚，尤其是16位 / 32位的数据传输
- 串行数据通信用于微控制器和微控制器之间、微控制器和外设之间的通信

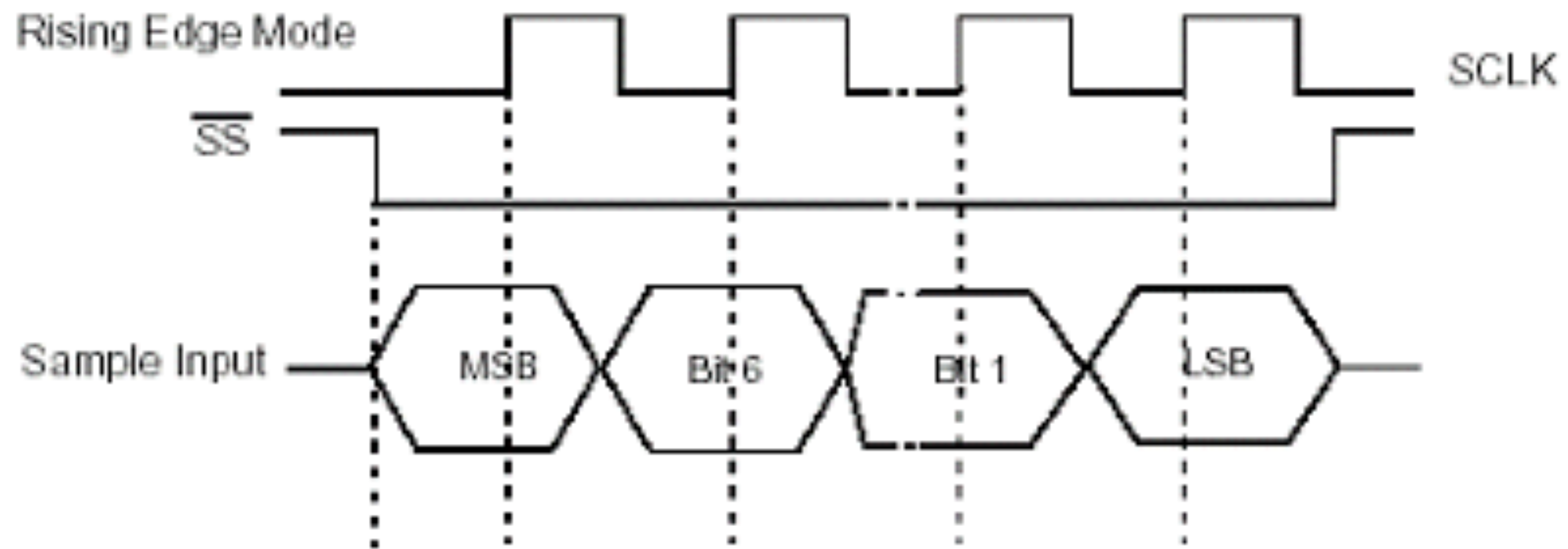
问题：接收端如何判断数据传输的起始？ 同步串行、异步串行

电路核心：移位寄存器

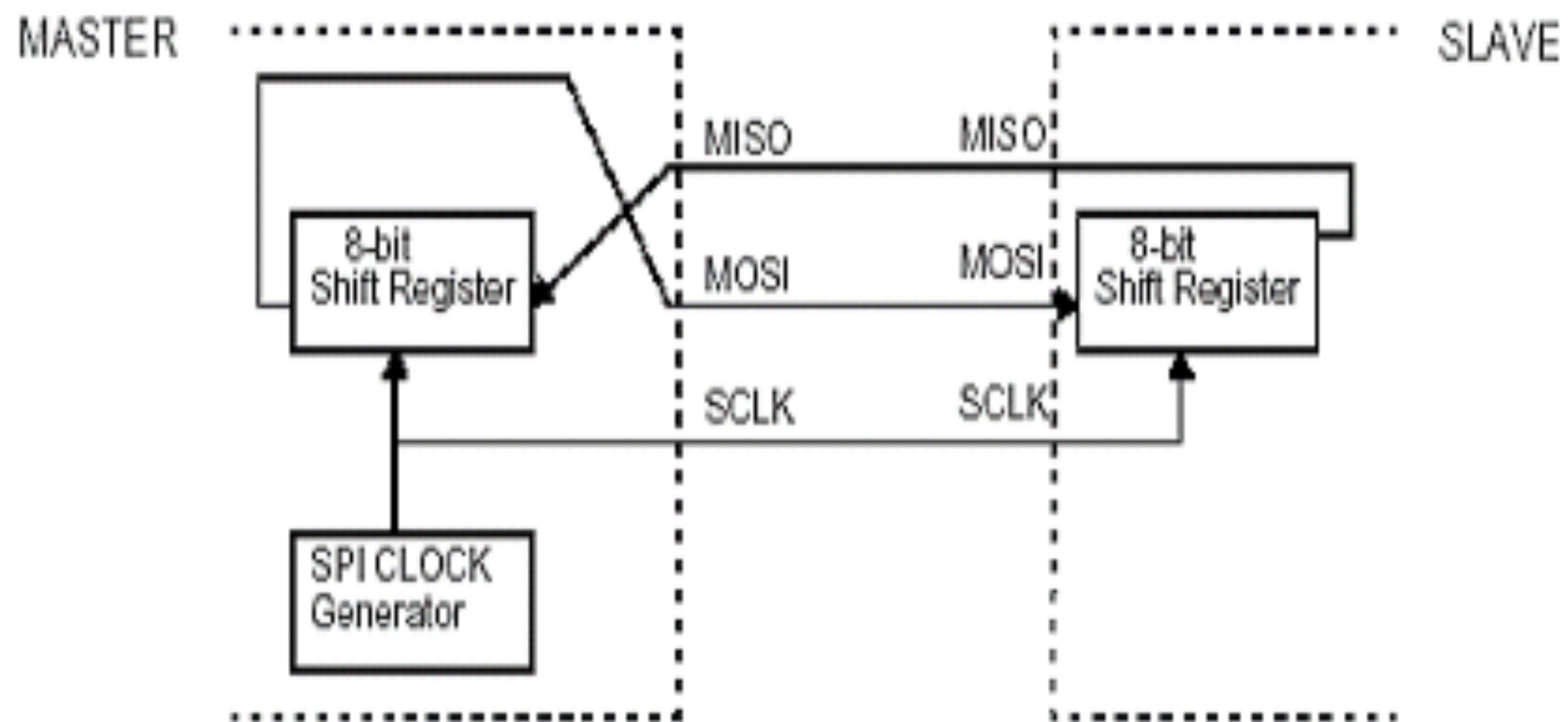
# 串行接口 - SPI

- 起源：
  - Motorola: SPI
  - NS: Microwire
- 串行外设接口
- 高速(50Mbps)、同步、全双工
- 主从结构, 1主n从
- 根据时钟的极性和相位有4中工作模式
- 广泛应用在“智能仪器”中：
  - 传感器
  - 信号调理
  - A/D变换

# SPI时序



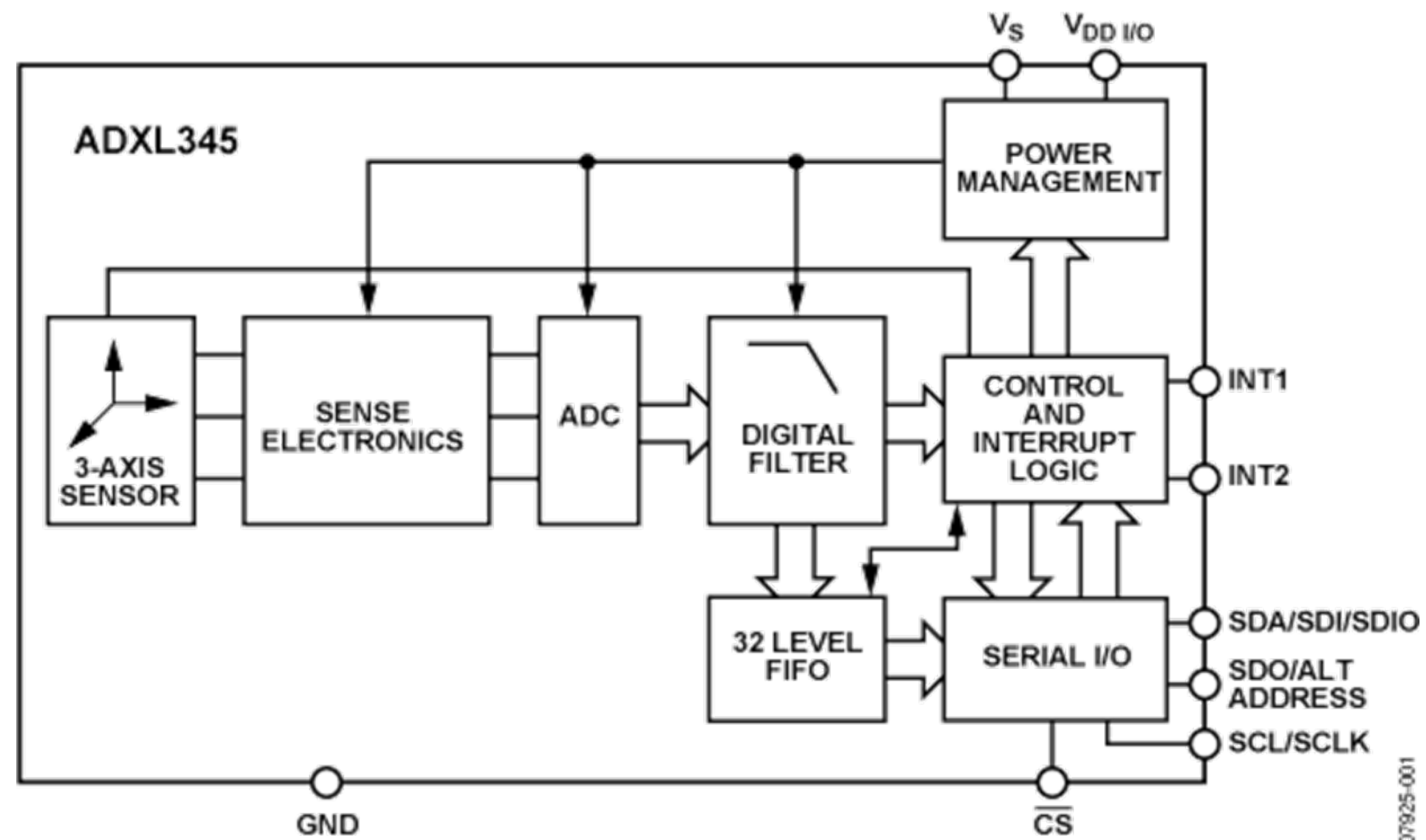
# SPI主从结构





# 带SPI接口的传感器

3轴、 $\pm 2\text{ G}$ / $\pm 4\text{ G}$ / $\pm 8\text{ G}$ / $\pm 16\text{ G}$ 数字加速度计



# SPI接口的局限性

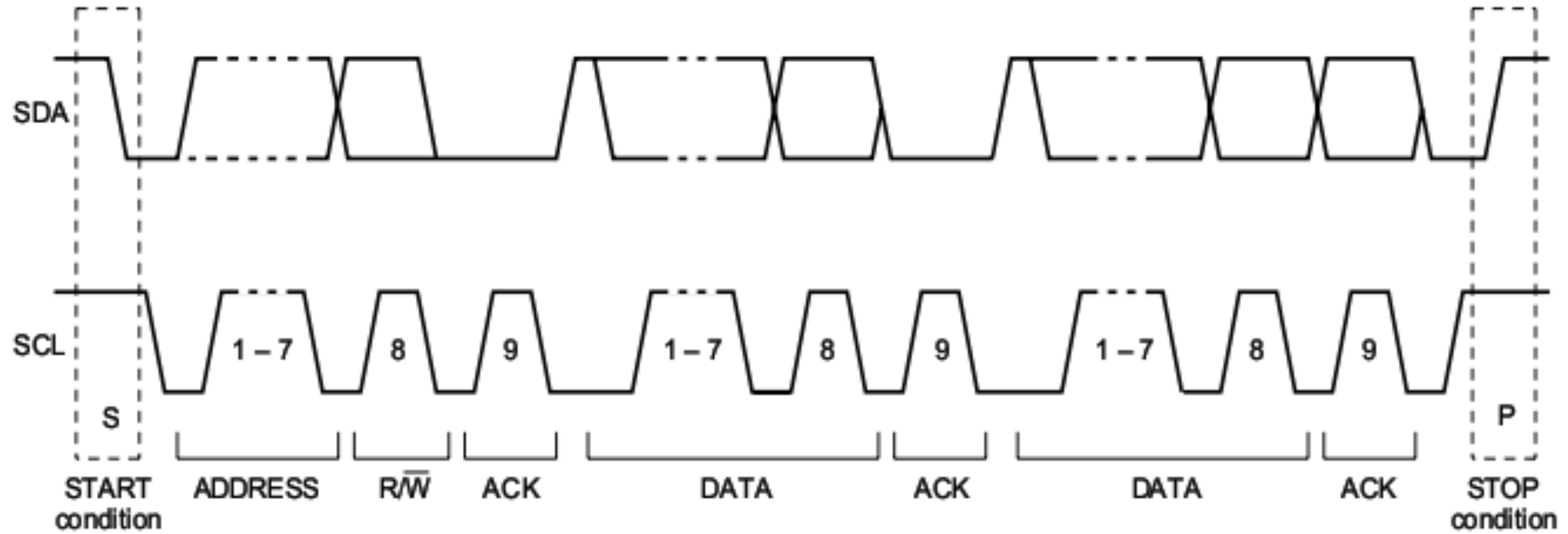
- 没有来自接收端的应答确认
- 没有寻址机制，多个从设备的时候需要多个片选，在连接多个从设备时就失去了优势
- 无法纠错

简单、方便、低成本但不够灵活，不适合复杂的、高可靠性的系统

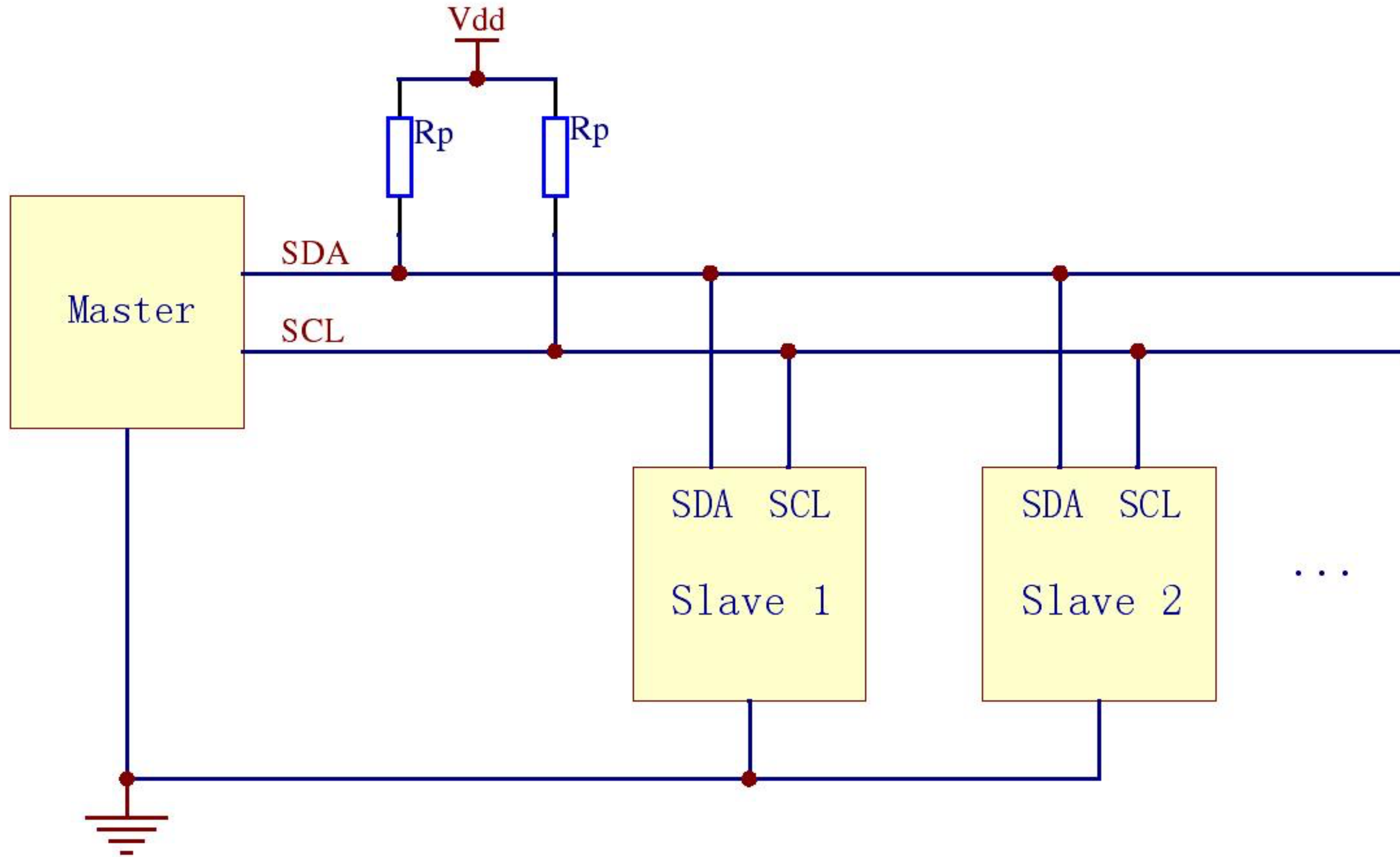
# 串行接口 - I2C

- Inter-Integrated Circuit, 短距离
- Philips公司为音、视频器件开发的
- 半双工、同步串行
- 只需两根线, 具有寻址和应答功能
- 需要上拉电阻
- 多个设备连接时的电容效应会影响到传输速率
- 速率3.4Mbps @V2.0 / 1998
- 每个节点都可以做主 / 从, 每个从设备都有一个地址

# I2C时序



# I2C设备之间的连接



# I2C总线的优缺点

- 相比于SPI，可以配置更复杂的网络，增减节点比较方便
- 可靠性相对更高
- 速度较慢
- 数据不够安全
- 很难应用在医疗、汽车和高可靠性的应用中

# 同步：异步串行通信

- 同步串行的缺点：
  - 每个数据传输需要一个多余的时钟信号线
  - 时钟的带宽至少是数据带宽的2倍，限制了数据的传输速度
  - 长距离传输数据和时钟信号会失去同步
- 异步串行通信：
  - 接收端提取时序信息
  - 速率确定 — 每个节点需要准确且稳定的时钟源
  - 每个Byte或Word都以Start和Stop位成帧
- UART： (Universal asynchronous Receiver/transmitter), 可达3Mbps

# USB

- PnP应用
- Host、Slave、OTG
- 1.5Mbps（低速）、12Mbps（全速）、480Mbps（高速）、10Gbps（Type C）
- D+ / D- / Vcc / GND四线连接
- USB Type C – 双面可插、100W传输能力
- 连接线可以通过3A电流，双向功率传输
- USB接口芯片



# 串行接口 - Ethernet

- IEEE802.3标准，支持最高100Gbps的速率
- 差分收、发信号TX+ / TX-；RX+ / RX-
- 以太网串行数据包按帧进行封装传输，每一帧有收、发两端的MAC地址
- 以太网数据才用曼切斯特编码以便时钟信号的提取
- HTTP Client / HTTP File Server（嵌入式）

# CAN总线

- Controller Area Network
- 异步、半双工、固定比特率，最高1Mbps
- 所有节点都是平等的，配置为P2P
- 有仲裁机制确定各个节点通信优先级
- 节点数没有限制
- 总线节点没有地址，但有“信息过滤”机制
- 数据成帧进行传输
- 高度的数据安全级别、错误检查

# 蓝牙通信

- 2.4GHz, 最高速度24Mbps
- 100m@class 1 / 100mW、20m@class 2 / 2.5mW
- 支持点对点、点对多点的通信
- 最多可以同时连接8个设备, 组成Pico – Net
- 蓝牙模块接口方式: 串行接口、USB接口、数字IO接口、模拟IO口、SPI口、语音接口
- BLE – 蓝牙4.0、4.1、4.2; 高速、低功耗, 同传统蓝牙完全不同的协议及传输方式

# Wiki词条

- <http://www.stepfpga.com/doc/spi>
- <http://www.stepfpga.com/doc/i2c>
- <http://www.stepfpga.com/doc/uart>
- <http://www.stepfpga.com/doc/usb>